



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 21 026.1  
**Anmeldetag:** 10. Mai 2003  
**Anmelder/Inhaber:** Atlas Copco Energas GmbH,  
50999 Köln/DE  
**Bezeichnung:** Turbomaschine  
**IPC:** F 01 D, H 02 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. Februar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Remus

ANDREJEWSKI, HONKE & SOZIEN

PATENTANWÄLTE  
EUROPEAN PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS

Diplom-Physiker  
DR. WALTER ANDREJEWSKI (- 1996)  
Diplom-Ingenieur  
DR.-ING. MANFRED HONKE  
Diplom-Physiker  
DR. KARL GERHARD MASCH  
Diplom-Ingenieur  
DR.-ING. RAINER ALBRECHT  
Diplom-Physiker  
DR. JÖRG NUNNENKAMP  
Diplom-Chemiker  
DR. MICHAEL ROHMANN  
Diplom-Physiker  
DR. ANDREAS VON DEM BORNE

Anwaltsakte:

96 958/Ja\*Ri

D 45127 Essen, Theaterplatz 3  
D 45002 Essen, P.O. Box 10 02 54

14. April 2003

Patentanmeldung

Atlas Cöpcö Energas GmbH  
Am Ziegelofen 2

50999 Köln

Turbomaschine

Beschreibung:

Die Erfindung betrifft eine Turbomaschine mit mindestens einem Laufrad, welches an einem fliegenden Ende einer  
5 gelagerten ersten Welle befestigt ist, und mit einem Elektro-Läufer einer elektrischen Maschine, der über eine Kupplung mit dem dem Laufrad gegenüberliegenden Ende der ersten Welle verbunden ist.

10 Bei den in der Praxis bekannten Turbomaschinen der eingangs beschriebenen Art werden die Welle mit dem daran befestigten Laufrad sowie der Elektro-Läufer der elektrischen Maschine jeweils separat gelagert. Die Lager der elektrischen Maschine sind hierbei beidseitig des Elektro-Läufers  
15 angeordnet. Es bestehen sehr hohe Anforderungen an die Fertigungsgenauigkeit der Lagersitze im Gehäuse der elektrischen Maschine. Dies ist insbesondere bei der Verwendung schnell laufender Hochgenauigkeits-Wälzlager oder Gaslager von Bedeutung, die eine extrem eng tolerierte  
20 Fluchtungsgenauigkeit der beiden Lager zueinander verlangen, so dass die bekannte Konstruktion sehr aufwändig ist und hohe Kosten verursacht. Darüber hinaus wird selbst bei präzisester Fertigung die Fluchtungsgenauigkeit aller beteiligten Rotor- und Gehäuseteile im Betrieb häufig durch  
25 gegenläufige Temperaturverzüge im Rotor und Gehäuse wieder zunichte gemacht, da in schnell laufenden elektrischen Maschinen eine erhebliche Wärmeentwicklung vorliegt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine  
30 Turbomaschine mit den eingangs beschriebenen Merkmalen anzugeben, deren Lageranordnung einfacher ausgebildet ist

und dennoch eine große Laufruhe bei hohen Turbodrehzahlen gewährleistet.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass der  
5 Elektro-Läufer zwischen der ersten Welle und einer zweiten  
drehbar gelagerten Welle angeordnet ist, die fluchtend zur  
ersten Welle ausgerichtet und ebenfalls über eine Kupplung  
mit dem Elektro-Läufer verbunden ist, und dass der Elektro-  
Läufer ohne eigene Lagerung als Kupplungszwischenstück  
10 zwischen den Kupplungen angeordnet ist und Kupplungs-  
elemente aufweist, die ohne radiales Spiel mit Kupplungs-  
gegenelementen an den Wellenenden zusammenwirken. Da der  
Elektro-Läufer der elektrischen Maschine über Kupplungen  
ohne eigene Lagerung auf den Wellen abgestützt ist,  
15 entfällt hierbei eine aufwändige Lagerung des Elektro-  
Läufers der elektrischen Maschine, so dass die beschrie-  
benen Fluchtungsprobleme bei der Lagerung des Elektro-  
Läufers nicht mehr bestehen. Die Montage und Ausrichtung  
der Lagersitze der erfindungsgemäßen Turbomaschine wird  
20 hierdurch erheblich vereinfacht.

Vorzugsweise ist an dem dem Elektro-Läufer gegenüber-  
liegenden Ende der zweiten Welle ebenfalls ein Laufrad  
fliegend befestigt. Die zweite Stufe der Turbomaschine  
25 erfordert kein zusätzliches Lager. Im Vergleich zu bekann-  
ten Turbomaschinen ergibt sich eine deutlich einfachere  
Lageranordnung. Die erfindungsgemäße Turbomaschine ist  
flexibel einsetzbar. So kann das Kupplungszwischenstück als  
Elektro-Läufer eines Elektromotors, eines Generators oder  
30 einer Motor-/Generator-Wechselmaschine ausgebildet sein.  
Die erfindungsgemäße Turbomaschine kann daher in Kombina-

tion mit der elektrischen Maschine jeweils ein- oder zwei-  
stufig als Turboverdichter mit Motor oder als Expansions-  
turbine mit Generator ausgebildet sein. Es besteht ferner  
die Möglichkeit, die Turbomaschine jeweils mit einem  
5 Verdichter- und einem Turbinenlaufrad auszustatten und mit  
einem Motor bei verdichterseitigem Leistungsüberschuss bzw.  
mit einem Generator bei turbinenseitigem Leistungsüber-  
schuss zu betreiben. Bei schwankendem Leistungsüberschuss  
kann in diesem Falle auch eine Motor-/Generator-Wechsel-  
10 maschine zum Einsatz kommen.

Vorzugsweise sind die Kupplungen als Doppel-Membran-  
kupplungen ausgebildet, die einen axialen Ausgleich  
zulassen. Hierdurch ergibt sich ein einfacher konstruktiver  
15 Aufbau, der bei radial spielfreier Anordnung gleichzeitig  
axiale Verschiebungen des Elektro-Läufers, z.B. auf Grund  
von Wärmedehnungen, kompensiert. Die Doppel-Membrankupp-  
lungen können mit dem Elektro-Läufer der elektrischen  
Maschine separat ausgewuchtet werden und sind daher  
20 besonders gut für den Betrieb bei hohen Turbodrehzahlen bis  
zu 50.000 Umdrehungen pro Minute und mehr geeignet.

Vorzugsweise bildet jede Welle gemeinsam mit ihrer Lagerung  
eine in sich abgeschlossene Baugruppe. Hierdurch ist eine  
25 einfache und kostengünstige Vorfertigung möglich. Die  
Lagerungen der beiden Wellen besitzen hierbei jeweils  
mindestens zwei voneinander beabstandete Lager zur Aufnahme  
von axialen und radialen Kräften. Vorzugsweise weisen die  
Lagerungen der Wellen Hochgenauigkeits-Wälzlager oder gas-  
30 gelagerte Lagerträger auf, die bei vergleichsweise geringem

Herstellungsaufwand eine äußerst hohe Laufgenauigkeit gewährleisten.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein  
5 Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung erläutert. Die  
einzige Figur zeigt einen Querschnitt durch eine  
erfindungsgemäße Turbomaschine. Die Turbomaschine weist ein  
Laufrad 1 auf, welches an einem fliegenden Ende einer  
gelagerten ersten Welle 2 befestigt ist. Ein Elektro-Läufer  
10 3 einer ausschnittsweise dargestellten elektrischen  
Maschine 4 ist über eine Kupplung 5 mit dem dem Laufrad 1  
gegenüberliegenden Ende der ersten Welle 2 fluchtend  
verbunden. Der Elektro-Läufer 3 ist zwischen der ersten  
Welle 1 und einer zweiten drehbar gelagerten Welle 6  
15 angeordnet, die fluchtend zur ersten Welle 1 ausgerichtet  
und ebenfalls über eine Kupplung 5' an den Läufer 3  
angeschlossen ist. Der Elektro-Läufer 3 ist ohne eigene  
Lagerung als Kupplungszwischenstück zwischen den Kupplungen  
5, 5' angeordnet und weist Kupplungselemente 7, 7' auf, die  
20 ohne radiales Spiel mit Kupplungsgegenelementen 8, 8' an  
den Wellenenden zusammenwirken. Die Kupplungselemente 7, 7'  
und Kupplungsgegenelemente 8, 8' sind drehfest miteinander  
verbunden, so dass der Läufer 3 und das Laufrad 1 mit der  
gleichen Drehzahl betrieben werden. Da der Läufer 1 über  
25 die beiden Kupplungen 5, 5' auf den beiden Wellen 2, 6  
abgestützt ist, ist keine separate Lagerung des Elektro-  
Läufers 3 erforderlich. Hierdurch wird der Herstellungsaufwand bzgl. der Lagerung der Turbomaschine erheblich  
reduziert. Gleichzeitig ist eine hohe Laufruhe bei großen  
30 Turbodrehzahlen erreichbar, da die Lagerungen 9, 9' der  
beiden Wellen 2, 6 einen großen Abstand vom Elektro-Läufer 3

aufweisen und daher von der Wärmeentwicklung des Elektro-Läufers 3 nur geringfügig beeinflusst werden. Im Ausführungsbeispiel ist an dem dem Elektro-Läufer 3 gegenüberliegenden Ende der zweiten Welle 6 ebenfalls ein Laufrad 1' fliegend befestigt. Diese zweistufige Ausführung der Turbomaschine zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass die zweite Stufe keine zusätzliche Lagerung erfordert. Gegenüber den in der Praxis bekannten Lagerungen zweistufiger Turbomaschinen ergeben sich erhebliche Vereinfachungen hinsichtlich der Lageranordnung. Die Turbomaschine ist flexibel einsetzbar, da das Kupplungszwischenstück 3 als Läufer eines Elektromotors oder eines Generators ausgebildet sein kann. In Kombination mit der angeschlossenen elektrischen Maschine 4 kann die Turbomaschine somit jeweils zweistufig als Turboverdichter mit Motor oder aber als Expansionsturbine mit Generator betrieben werden. Es besteht auch die Möglichkeit, mit den beiden Laufrädern 1, 1' jeweils einen Verdichter und eine Turbine zu betreiben, wobei die elektrische Maschine 4 bei verdichterseitigem Leistungsüberschuss als Motor und bei turbinenseitigem Leistungsüberschuss als Generator ausgebildet ist. Bei schwankendem Leistungsüberschuss kann das Kupplungszwischenstück 3 auch als Elektro-Läufer 3 einer Motor-/Generator-Wechselmaschine ausgebildet sein.

25

Im Ausführungsbeispiel sind die Kupplungen 5, 5' als Doppel-Membrankupplungen ausgebildet, die einen axialen Ausgleich zulassen. Diese Kupplungen 5, 5' weisen einen einfachen Aufbau auf. Sie kompensieren axiale Verschiebungen des Kupplungszwischenstückes 3, beispielsweise auf Grund von Wärmedehnungen, und stützen das Kupplungszwischenstück 3

30

radial spielfrei auf den beiden Wellen 2, 6 ab. Die Doppel-Membrankupplungen 5, 5' können gemeinsam mit dem Kupplungs-zwischenstück separat ausgewuchtet werden und sind daher besonders gut für hohe Drehzahlen bis zu 50.000 Umdrehungen pro Minute und mehr geeignet. Im Ausführungsbeispiel bildet  
5 jede Welle 2, 6 gemeinsam mit ihrer Lagerung 9, 9' eine in sich abgeschlossene Baugruppe 10, 10'. Die Lagerungen 9, 9' weisen hierbei jeweils drei voneinander beabstandete Schrägkugellager 11 zur Aufnahme axialer und radialer  
10 Kräfte auf. Die Baugruppen 10, 10' ermöglichen eine kostengünstige Vorfertigung und somit eine einfache Endmontage der Turbomaschine. Die Schrägkugellager 11 sind jeweils als kostengünstige Hochgenauigkeits-Wälzlager ausgebildet. Eine Lagerung mit Hilfe gasgelagerter Lagerträger ist hierdurch  
15 jedoch nicht ausgeschlossen.



Patentansprüche:

1. Turbomaschine mit mindestens einem Laufrad (1),  
welches an einem fliegenden Ende einer gelagerten ersten  
5 Welle (2) befestigt ist, und mit einem Elektro-Läufer (3)  
einer elektrischen Maschine (4), der über eine Kupplung (5)  
mit dem dem Laufrad (1) gegenüberliegenden Ende der ersten  
Welle (2) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet,  
dass der Elektro-Läufer (3) zwischen der ersten Welle (2)  
10 und einer zweiten drehbar gelagerten Welle (6) angeordnet  
ist, die fluchtend zur ersten Welle (2) ausgerichtet und  
ebenfalls über eine Kupplung (5') mit dem Elektro-Läufer  
(3) verbunden ist, und dass der Elektro-Läufer (3) ohne  
eigene Lagerung als Kupplungszwischenstück zwischen den  
15 Kupplungen (5, 5') angeordnet ist und Kupplungselemente (7,  
7') aufweist, die ohne radiales Spiel mit Kupplungsgegen-  
elementen (8, 8') an den Wellenenden zusammenwirken.
2. Turbomaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
20 dass an dem dem Elektro-Läufer (3) gegenüberliegenden Ende  
der zweiten Welle (6) ebenfalls ein Laufrad (1') fliegend  
befestigt ist.
3. Turbomaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-  
25 zeichnet, dass das Kupplungszwischenstück (3) als Elektro-  
Läufer eines Elektromotors, eines Generators oder einer  
Motor-/Generator-Wechselmaschine ausgebildet ist.
4. Turbomaschine nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekenn-  
30 zeichnet, dass die Kupplungen (5, 5') als Doppel-Membran-

kupplungen ausgebildet sind, die einen axialen Ausgleich zulassen.

5. Turbomaschine nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass jede Welle (2, 6) gemeinsam mit ihrer Lagerung (9, 9') eine in sich abgeschlossene Baugruppe (10, 10') bildet.

10 6. Turbomaschine nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagerungen (9, 9') der Wellen (2, 6) Hochgenauigkeits-Wälzlager oder gasgelagerte Lagerträger aufweisen.

Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft eine Turbomaschine mit mindestens einem Laufrad (1), welches an einem fliegenden Ende einer  
5 gelagerten ersten Welle (2) befestigt ist und mit einem Elektro-Läufer (3) einer elektrischen Maschine (4), der über eine Kupplung (5) mit dem dem Laufrad (1) gegenüberliegenden Ende der ersten Welle (2) verbunden ist. Erfindungsgemäß ist der Läufer (3) zwischen der ersten Welle (2)  
10 und einer zweiten drehbar gelagerten Welle (6) angeordnet, die fluchtend zur ersten Welle (2) ausgerichtet und ebenfalls über eine Kupplung (5') mit dem Elektro-Läufer (3) verbunden ist. Der Elektro-Läufer (3) ist ohne eigene Lagerung als Kupplungszwischenstück zwischen den Kupplungen  
15 (5, 5') angeordnet und weist Kupplungselemente (7, 7') auf, die ohne radiales Spiel mit Kupplungsgegenelementen (8, 8') an den Wellenenden zusammenwirken. - Veröffentlichung mit einziger Figur.

